

# 用载文南定理计算感应电机和变压器的特性曲线

王奎夫

(长春大学电子工程学院, 长春 130022)

**摘要** 感应电机和变压器激磁电路的参数是非线性的。为准确求取它们的特性曲线, 需要的计算量很大。应用本文引入的方法可以避免大的计算量又可得到准确的特性曲线。

**关键词:** 激磁阻抗; 载文南定理; 特性曲线

## 1 前言

图1所示“T”形电路是计算感应电机和变压器电流常用的等值电路。图中 $Z_1, Z'_2$ 为定子阻抗和转子折算阻抗。在电机和变压器正常工作范围内它们是不变的。 $Z'_{fs}$ 是负载阻抗, 它是变化的。对感应电机而言 $Z'_{fs}$ 是转差率 $S$ 的函数。对变压器而言 $Z'_{fs}$ 则随用电负荷而变。 $Z_0$ 为激磁电路阻抗, 是非线性的。 $Z_0$ 的幅值和幅角均为非线性变化, 且与电网电压和负载电流有关。在计算图1中各电量时, 由于存在激磁电路的非线性参数使计算量很大, 往往忽略参数的变化。这将降低计算的精度。为使计算精度增加又不增大计算工作量, 可采用本文引入的载文南定理计算。

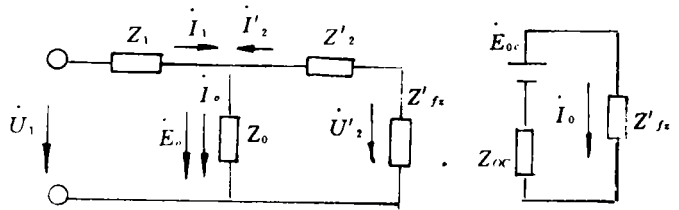


图1 “T”形电路

图2 等效电压源

## 2 感应电动机和变压器的载文南等值电路

和直流电路一样, 用载文南定理计算电路时需将非线性电路分离出去。其余电路部分等效为一电压源。如图2所示。等效电源电动势;

$$\dot{E}_{0c} = \frac{\dot{U}_1(Z'_2 + Z'_{fs})}{Z_1 + Z_2 + Z'_{fs}} \quad (1)$$

等效电源内阻抗,

$$Z_{0c} = R_{0c} + jX_{0c} = \frac{Z_1(Z'_2 + Z'_{fs})}{Z_1 + Z'_2 + Z'_{fs}} \quad (2)$$

激磁电路既有电阻又有电抗。这两个参数在设计时,均在假定铁心为不饱和条件下计算出来的。但在有关手册上不给出这些参数。当需用这两个参数求取要研究的电机变压器特性时,要作空载实验求出  $R_0$  和  $X_0$ 。空载实验应在改变电源电压下进行。给定一系列电源电压值,可求出一系列  $R_0, X_0, I_0$  值。可得到  $R_0(I_0), X_0(I_0)$  表格形式的函数关系,然后由表格形式变换为函数式形式或曲线形式的函数关系。

### 3 利用载文南等值电路求激磁电路的 $U_0 = f(I_0)$ 曲线

当负载变化时,图 1 中各电量均变化。为求出这些电量随负载变化的特性曲线,首先用图 2 电路计算出激磁电路电流  $I_0$ 。

如  $R_0(I_0), X_0(I_0)$  是用函数式表示,  $I_0$  的计算很简单。其计算公式如下:

$$I_0 = \frac{E_{0c}}{\sqrt{(R_0 + R_{0c})^2 + (X_0 + X_{0c})^2}} \quad (3)$$

式中  $E_{0c}$  由(1)式求出。

如  $R_0(I_0), X_0(I_0)$  是用曲线表示,  $I_0$  用图解分析法求出。为此先求出图 2 激磁电路的伏安特性曲线。具体求法是给出一系列  $I_0$  值。由  $R_0(I_0), X_0(I_0)$  曲线求出相应的一系列  $R_0, X_0$  值。将这些值代入列(3)式中,求出一系列的电压  $U_{0c}$ ;

$$U_{0c} = I_0 \sqrt{(R_0 + R_{0c})^2 + (X_0 + X_{0c})^2} \quad (4)$$

这样便可画出一条  $U_{0c} = f(I_0)$  曲线。

将由(1)式求出的  $E_{0c}$ , 在  $U_{0c} = f(I_0)$  曲线上找出对应的  $I_0$ 。此  $I_0$  就是  $Z'_{fs}$  对应的准确的激磁电流。

### 4 计算感应电机和变压器的工作特性曲线

现以求出的  $I_0$  为参考向量,用符号法计算图 1 电路各电量。方程如下:

$$\dot{E}_0 = \dot{I}_0(R_0 + jX_0) = \dot{I}_0 Z_0 \quad (5)$$

$$\dot{I}'_2 = \frac{\dot{E}_0}{Z'_2 + Z'_{fs}} \quad (6)$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 - \dot{I}'_2 \quad (7)$$

$$\dot{U}'_2 = \dot{I}'_2 Z'_{fs} \quad (8)$$

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 Z_1 + \dot{E}_0 \quad (9)$$

由(9)式求出的  $\dot{U}_1$  应和(1)式中的  $\dot{U}_1$  相符。否则应重新求取  $R_0(I_0), X_0(I_0)$  和  $U_{0c} = f$

( $I_0$ ) 曲线。

$$S_{fz} = \dot{U}'_2 \dot{I}'_2 = P_{fz} + jQ_{fz} \quad (10)$$

$$S_1 = \dot{U}_1 \cdot \dot{I}_1 = P_1 + jQ_1 \quad (11)$$

(10), (11) 式中  $\dot{I}'_1, \dot{I}'_2$  为  $I_1, I_2$ , 共轭复向量。

现求电机和变压器的特性曲线。求电机特性曲线的具体方法是在 0—1 范围内给定一些转差率, 由此计算出相对应的负载阻抗  $Z'_{fz}$ 。用方程 1—10 计算出一系列的电流电压及功率值。求变压器特性曲线方法是先给出一系列  $Z'_{fz}$ , 再由方程 1—10 计算出一系列电量。

由上述求出的许多电量, 可求出感应电机和变压器的特性曲线。

#### 参考文献

- [1] 李瀚逊编, 电路分析基础. 北京: 人民教育出版社, 1978
- [2] 艾维超编, 电机学. 北京: 机械工业出版社, 1987
- [3] 陈世坤编, 电机设计. 北京: 机械工业出版社, 1990

## Calculating Characteristic Curves of Inductive Motors and Transformers with Daivenam Law

Wang Kuifu

(*Electronics Engineering College of Changchun University, Changchun 130022*)

#### Abstract

The factors of magnetizing circuits of inductive motors and transformers are not linear. It will take a lot of calculation to get accurate characteristic curves for them. With our methods you will get accurate characteristic curves without too much calculation.

**Key words:** Magnetizing impedance, Daivenam law, Characteristic curve